

Наталія Василівна Донець,

аспірант кафедри біології, завідувачка навчально-дослідної агробіостанції
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Україна
orcid.org/0000-0003-1187-6721, e-mail: Nataliavdonets@gmail.com

Світлана Олександрівна Приплавко,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Україна
orcid.org/0000-0002-4326-8547, e-mail: ngubiolog@ukr.net

ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ПРОЦЕС СХОЖОСТІ НАСІННЯ ТА РІСТ ПРОРОСТКІВ ГІНГГО ДВОЛОПАТЕВОГО (*GINKGO BILOBA* L.) У НЕНАСІННИЙ РІК

Анотація. Незважаючи на те, що *Ginkgo biloba* L. є реліктом, ця рослина є перспективною для озеленення населених пунктів України, оскільки має резистентність до полютантів різного походження. Матеріалом дослідження були проростки гінгго дволопатевого та метаболічно активні речовини, а саме: кудесан (убіхінон-10) (0,001%), вітамін Е (10^{-8} М), параоксibenзойна кислота (ПОбК) (0,001%), метіонін (0,001%), сульфат магнію ($MgSO_4$) (0,001%) та їх комбінації: вітамін Е (10^{-8} М) + кудесан (убіхінон-10) (0,001%); вітамін Е (10^{-8} М) + параоксibenзойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%); вітамін Е (10^{-8} М) + параоксibenзойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%) + $MgSO_4$ (0,001%). Досліджуваними речовинами обробляли насіння перед посівом. Під час вивчення впливу препаратів на схожість насіння було встановлено, що 2022 рік для рослин гінгго був ненасінним. Метаболічно активні речовини, а також їх комбінації ефективно впливають на показник схожості плідного насіння, навіть якщо рік його утворення був несприятливим. Найбільш стимулюючий ефект на схожість насіння спостерігався у варіантах з попередньою обробкою насіння вітаміном Е та комбінаціями на основі вітаміну Е + ПОбК + метіонін та вітаміну Е + кудесан (убіхінон-10), які перевищували значення контролю на 180, 160 і 120% відповідно. Також позитивний вплив мав $MgSO_4$, який сприяв збільшенню показника схожості насіння на 100% порівняно з контролем.

На ріст надземної частини утворених проростків найкраще впливала комбінація сполук з вітаміну Е + ПОбК + метіонін + $MgSO_4$, яка на 4% перевищувала значення в контролі за показником висоти стебла та на 30% за показником середньої кількості листків. На ріст підземної частини найкращу дію мав кудесан (убіхінон-10) та багатокомпонентні комбінації на основі вітаміну Е + ПОбК + метіонін і вітаміну Е + ПОбК + метіонін + $MgSO_4$. Застосування цих речовин сприяло збільшенню лінійної довжини головного кореня та кількості бічних коренів.

Отже, використання для попередньої обробки насіння перед висівом метаболічно активних речовин та їх комбінацій є доцільним заходом для отримання більшої кількості садивного матеріалу рослин *Ginkgo biloba* у ненасінні роки.

Ключові слова: *Ginkgo biloba* L., релікт, насіння, метаболічно активні речовини, схожість, ненасінний рік.

ВСТУП

В Україні інтродуковано й акліматизовано низку рідкісних декоративних рослин, більшість із яких є реліковими. Одним із таких представників є декоративна листопадна голонасінна деревна рослина гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.). Батьківщиною цього релікта вважається гірський Китай. Вид є ендемічним. Представники цього виду зараз поширені у природних гірських лісах провінцій тропічних широт Східного та Південного Китаю [1]. Відомо, що ця рослина росла ще у крейдяному періоді мезозою, про що свідчать відбитки листя даного виду в товщах древніх гірських порід [2–4].

За систематичним положенням гінкго дволопатеве – єдиний сучасний представник класу Гінкговидні, або Гінкгопсида (*Ginkgopsida*), порядку Гінкгоподібні (*Ginkgoales*), родини Гінкгові (*Ginkgoaceae*), роду Гінкго (*Ginkgo*) [5].

Нині гінкго культивується по всьому світу як витончена декоративна рослина. Вона є пам'яткою природи світового значення та занесена до Червоної книги МСОП [6]. В Україні гінкго зростає переважно в ботанічних садах і дендрологічних парках [7]. Наприклад, у дендропарку «Софіївка» НАН України, Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка, Ботанічному саду імені академіка Олександра Фоміна й інших установах. Проте нині більшість аматорів цікавляться розмноженням даного релікта через його декоративність. Саме тому зараз можна побачити ці рослини не тільки в парках, а й у приватних домоволодіннях.

Необхідність вирощування гінкго полягає не тільки в застосуванні сировини для виготовлення ліків (плантаційне вирощування для потреб фармацевтичної промисловості), а й у ландшафтній архітектурі, в озелененні міст і сіл, у кулінарії, для заліснення девастрованих ландшафтів і навіть у промисловості з обробки деревини.

Ginkgo є цінною декоративною рослиною, яка має гарну резистентність до атмосферних викидів важких металів і радіоактивного забруднення. Заввишки дерево сягає 30–40 м. Завдяки добре розвиненій кореневій системі має добру вітростійкість. Рослина теплолюбна, проте має зимостійкість четвертої зони, тобто витримує морози навіть у межах $-28,9^{\circ}\text{C}$ – $-34,3^{\circ}\text{C}$ [8]. Для рослин гінкго характерна дводомність. У генеративну фазу ці рослини вступають у віці 25–30 років, відповідно визначення статі можливе тільки за настання репродуктивного віку. Розмноження відбувається переважно насінням, хоча вегетативне розмноження також є поширеним [9]. Особливість розмноження насінням полягає в тому, що гінкго має подібні ознаки розмноження до папоротей, що також є архаїчною ознакою [10]. Розвиток зародка, а часом і запліднення відбувається після опадання з дерева насінних зачатків [5].

Натепер потреби в садивному матеріалі релікта постійно збільшуються, але поширення гінкго стримується відсутністю достатньої кількості саджанців [11]. Для успішного вирощування посадкового матеріалу необхідне насіння належної якості, вчасно зібране та перероблене з попередньою якісною підготовкою до сівби. Але на варіативність посівної якості впливає низка чинників абіотичного характеру. Часто за насінневого розмноження трапляється насіння, яке є незаплідненим, навіть за сприятливих погодних умов і освітлення [12]. Як показала практика, навіть у насінний рік із належної кількості зібраного насіння не вдається отримати задовільний результат. Варто зазначити, що в ненасінний рік схожість зазвичай знижується щонайменше у 3–5 разів, а то і взагалі насіння не є життєздатним [13].

Більшість деревних рослин плодоносять не щорічно, а через визначені інтервали. На неоднакову схожість насіння в різні роки здебільшого впливають несприятливі умови, як-от дощова погода в періоди запилення чи запліднення, посушливе літо, часті опади протягом вегетаційного періоду й інші чинники. Оскільки через такі чинники в період формування насіння його якість погіршується, є потреба в застосуванні методів стимулювання проростання, росту та розвитку рослин [14].

Саме тому основним завданням даного дослідження було вивчення впливу метаболічно активних речовин і їх комбінацій на процеси схожості насіння та формування надземної та підземної частини проростків у ненасінний рік.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження були проведені на території навчально-дослідної агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя в умовах закритого ґрунту опалювальної стаціонарної скляної теплиці. Середня температура повітря в теплиці була на рівні 16 °С, а відносна вологість повітря – 75–90%.

Матеріалом дослідження було насіння, проростки гінґо білоба (*Ginkgo biloba* L.) та метаболічно активні речовини, як однокомпонентні, так і багатокомпонентні, у вигляді різних комбінацій. У дослідженнях використовували такі препарати: вітамін Е (10^{-8} М), параоксибензойну кислоту (далі – ПОБК) (0,001%), метіонін (0,001%), кудесан (убіхінон-10) (10^{-8} М) і $MgSO_4$ (0,001%), їх комбінації: вітамін Е (10^{-8} М) + кудесан (убіхінон-10) (10^{-8} М); вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%); вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%) + $MgSO_4$ (0,001%). Щоб порівняти дію досліджуваних речовин використовували стимулятор росту широкого спектра дії – Стимпо, який успішно застосовується для обробки насіння сільськогосподарських, плодово-ягідних культур, декоративних і лісових дерев [15].

Насінневий матеріал рослин гінґо було зібрано в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (м. Київ) в оптимальні строки (кінець жовтня). Погодні умови в рік формування насіння були малосприятливими, оскільки весна (період запилення) та осінь (період запліднення) були дощовими та прохолодними.

До висіву насіння готували відповідно до усталених методик [16–17]. Висів насіння здійснювали в кінці грудня 2022 р. в кількості 50 штук на кожен варіант.

Схема досліджень передбачала обробку насіння в таких варіантах:

1. Контроль.
2. Стимпо.
3. Вітамін Е (10^{-8} М).
4. Параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001%).
5. Метіонін (0,001%).
6. Кудесан (убіхінон-10) (10^{-8} М).
7. $MgSO_4$ (0,001%).
8. Вітамін Е (10^{-8} М) + кудесан (убіхінон-10) (10^{-8} М).
9. Вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%).
10. Вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%) + $MgSO_4$ (0,001%).

У контрольному варіанті для обробки насіння застосовували дистильовану воду. Висів здійснювали в ємкості з підготовленим субстратом, який складався з дернового ґрунту, торфу та листового перегною у співвідношенні 1:1:3.

РЕЗУЛЬТАТИ

Дослідження впливу метаболічно активних речовин та їх комбінацій на енергію проростання та схожість насіння в ненасінний рік проводили в період із січня по травень 2023 р.

Зазвичай перші сходи починають з'являтися через 2–3 тижні після висіву, але в рік проведення дослідження проростання насіння затягнулося на чотири місяці. У насінні роки терміни появи сходів відповідали нормі [13]. Насіння, зібране в ненасінному році, має низьку схожість. Кількість пророслого насіння в наших дослідженнях становила від 10 до 28% залежно від варіанту обробки досліджуваними речовинами. Але водночас метаболічно активні речовини та їх комбінації мали позитивний вплив на цей показник. Отримані результати з вивчення впливу метаболічно активних речовин на схожість насіння відображено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив метаболічно активних речовин і їх комбінацій на схожість насіння *Ginkgo biloba* L. у ненасінний рік

Варіант дослідження	Схожість насіння	
	% схожого насіння	% до контролю
Контроль	10	100
Стимпо	18	180
Кудесан (убіхінон-10)	14	140
Вітамін Е	28	280
MgSO ₄	20	200
Метіонін	18	180
ПОБК	14	140
Вітамін Е + кудесан (убіхінон-10)	22	220
Вітамін Е + ПОБК + метіонін	26	260
Вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO ₄	12	120

Найвищі показники схожості спостерігались у разі застосування для обробки насіння вітаміну Е та комбінацій із вітаміну Е + ПОБК + метіонін і вітаміну Е + кудесан (убіхінон-10), які перевищували значення, отримані в контролі, відповідно на 180, 160 і 120%. Таку дію речовин, що входять до складу комбінацій, можна пояснити тим, що вітамін Е й убіхінон-10 залучені до біоенергетичних процесів і виступають потужними антиоксидантами. Найбільше вітаміну Е зосереджено в насінні. Під час проростання він забезпечує захист проростка від згубної дії вільних радикалів [18].

Також позитивний вплив на схожість було зафіксовано у варіанті застосування MgSO₄, який збільшував цей показник удвічі краще, ніж у контролі. Дія однокомпонентної речовини метіоніну за результативністю відповідала показникам регулятора росту Стимпо та перевищувала значення контролю на 80%. Інші препарати (однокомпонентні – кудесан (убіхінон-10), ПОБК та багатокомпонентна – вітамін Е +

ПОБК + метіонін + MgSO₄) впливали на процеси проростання менш результативно, але значення показника схожості в цих варіантах перевищували значення в контролі в межах від 20 до 40%.

Варто відзначити, що вплив досліджуваних речовин на рослини є маловивченим. Відомо, що метаболічно активні речовини є природними метаболітами. Отримані результати узгоджуються з попередніми дослідженнями, у яких продемонстровано вплив цих речовин і їх комбінацій на процеси регуляції росту та розвитку рослин сої [19] і озимого жита [20].

У таблицях 2 та 3 наведено результати впливу досліджуваних речовин на ріст і розвиток проростків *Ginkgo biloba*, які утворились з насіння, що формувалось за несприятливих умов.

Таблиця 2

Вплив метаболічно активних речовин і їх комбінацій на ріст і розвиток надземної частини проростків *Ginkgo biloba* L. у ненасінний рік

Варіант дослідження	Висота стебла		Кількість листків	
	см	% до контролю	шт.	% до контролю
Контроль	13,20 ± 0,59	100	4,0 ± 0,41	100
Стимпо	14,10 ± 0,91	107	4,70 ± 0,53*	118
Кудесан (убіхінон-10)	12,90 ± 1,07*	98	4,75 ± 0,29*	119
Вітамін Е	10,77 ± 0,91	82	4,28 ± 0,76	107
MgSO ₄	13,54 ± 0,89	103	4,70 ± 0,37*	118
Метіонін	12,27 ± 0,79	93	4,89 ± 0,35*	123
ПОБК	11,0 ± 0,73*	83	4,0 ± 0,35	100
Вітамін Е + кудесан (убіхінон-10)	13,40 ± 0,87	102	4,0 ± 0,41	100
Вітамін Е + ПОБК + метіонін	13,33 ± 1,00	101	4,27 ± 0,19	107
Вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO ₄	13,76 ± 0,89	104	5,20 ± 0,36*	130

Примітка: * – різниця достовірна порівняно з контролем, p < 0,05.

За результатами досліджень було встановлено, що найвищий показник середньої висоти стебла проростків забезпечила комбінація метаболічно активних речовин у складі вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO₄, яка на 4% перевищувала значення в контролі. Однак на показник формування кількості листків дія цієї ж комбінації перевищувала контрольне значення аж на 30%. Варто відмітити позитивну дію на формування надземної частини проростка MgSO₄, який збільшував висоту стебла на 3% порівняно з контролем. Також MgSO₄ ефективно вплинув на збільшення кількості листків і за цим показником був на рівні препарату Стимпо, перевищуючи значення в контролі на 18%. Майже всі досліджувані препарати, окрім ПОБК та комбінації речовин з вітаміну Е та кудесану, позитивно вплинули на збільшення кількості листків у проростків. Це, у свою чергу, дає можливість молодим рослинам накопичувати більшу кількість вуглеводів у процесах фотосинтезу, забезпечувати їм додаткові можливості для виживання за будь-яких несприятливих умов у майбутньому.

**Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на ріст і розвиток
підземної частини проростків *Ginkgo biloba* L. у ненасінний рік**

Варіант дослідження	Довжина кореня		Кількість бічних коренів	
	см	% до контролю	шт.	% до контролю
Контроль	18,10 ± 1,03	100	26,60 ± 1,03	100
Стимпо	23,69 ± 0,99*	130	34,40 ± 0,98*	129
Кудесан (убіхінон-10)	23,51 ± 0,61*	129	33,38 ± 1,32*	125
Вітамін Е	21,02 ± 0,96*	116	28,57 ± 0,86*	107
MgSO ₄	20,10 ± 0,59*	111	30,70 ± 0,72*	115
Метіонін	20,46 ± 1,27*	113	25,89 ± 1,10	97
ПОБК	19,23 ± 0,96	106	23,57 ± 1,16	87
Вітамін Е + кудесан (убіхінон-10)	18,46 ± 1,13	102	26,90 ± 0,94	101
Вітамін Е + ПОБК + метіонін	23,57 ± 1,22*	130	29,54 ± 1,21*	111
Вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO ₄	23,50 ± 0,92*	129	30,80 ± 1,24*	116

Примітка: * – різниця достовірна порівняно з контролем, $p < 0,05$.

За результатами досліджень впливу метаболічно активних речовин і їх комбінацій на довжину кореня було встановлено, що найкращий вплив мала комбінація сполук з вітаміну Е + ПОБК + метіонін, яка перевищувала значення в контролі на 30%. Варто зазначити, що всі досліджувані сполуки мали позитивний вплив на показник довжини кореня проростка, порівняно з контрольним варіантом. За показником кількості бічних коренів у всіх варіантах, окрім варіанту із застосуванням ПОБК та метіоніну, досліджувані сполуки сприяли збільшенню цього показника порівняно з контрольним варіантом, хоча жоден із варіантів не перевищив значення варіанту із застосуванням для обробки насіння препарату Стимпо. Найбільша кількість бічних коренів була відмічена у варіантах з використанням однокомпонентних препаратів кудесану (убіхінон-10) та MgSO₄. Перевищення значень контролю в цих варіантах було на рівні 25 і 15% відповідно.

Позитивний вплив на утворення бічних коренів на головному також мали комбінації метаболічно активних речовин. Зокрема, найкраще на цей показник впливали комбінації на основі вітаміну Е + ПОБК + метіонін та вітаміну Е + ПОБК + метіонін + MgSO₄. Показники в цих варіантах були кращими за контрольні значення на 11 та 16% відповідно. Як відомо, утворення головного кореня більшої лінійної довжини та збільшення кількості бічних коренів на головному дає можливість рослині активніше здобувати воду із ґрунту та забезпечує здатність кращого використання поживних речовин, за умови їх наявності у ґрунті.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень було встановлено, що 2022 р. для рослин *Ginkgo biloba* відзначався ненасінністю, оскільки кількість схожого насіння цього року збору була низькою. Час проростання насіння значно збільшувався, сходи відзначались недружністю.

Застосування метаболічно активних речовин і їх комбінацій для обробки насіння перед висівом позитивно впливає на схожість насіння, формування стебла та кореня проростків гінґо, які утворились з насіння, зібраного в ненасінний рік. Найвищі показники схожості спостерігались у разі застосування для обробки насіння вітаміну Е та комбінацій із вітаміну Е + ПОВК + метіонін і вітаміну Е + кудесан (убіхінон-10). На ріст надземної частини проростків найкраще впливала комбінація сполук з вітаміну Е + ПОВК + метіонін + $MgSO_4$. На ріст підземної частини найкращу дію мав кудесан (убіхінон-10) і багатокомпонентні комбінації на основі вітаміну Е + ПОВК + метіонін та вітаміну Е + ПОВК + метіонін + $MgSO_4$.

У зв'язку із цим можна стверджувати, що використання для попередньої обробки насіння перед висівом метаболічно активних речовин і їх комбінацій є доцільним заходом для отримання більшої кількості садивного матеріалу рослин *Ginkgo biloba* в ненасінні роки.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Ginkgo pages. URL: <https://kwanten.home.xs4all.nl/usage.htm#leaves> (дата звернення: 10.09.2023).
2. Остудімов А.О., Гузь М.М. Особливості насінного розмноження гінґо дволопатевого. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2010. Вип. 20.11. С. 8–16.
3. Mustoe G.E. Eocene Ginkgo leaf fossils from the Pacific Northwest. *Canadian Journal of Botany*. 2002. № 80 (10). P. 1078–1087.
4. Draft genome of the living fossil Ginkgo biloba / Rui Guan et al. *GigaScience*. 2016. № 5 (1). P. 5–49.
5. Систематика вищих рослин. 1. Археґоніати / Л.Ф. Кучерява та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 1997. 136 с.
6. Біланич М.М. Гінґо дволопатеве як екзот Закарпатської області. *Науковий збірник Комунального закладу «Закарпатський обласний краєзнавчий музей імені Т. Легоцького» Закарпатської обласної ради*. 2022. Вип. 21. С. 122–136.
7. Фоменко В.В. Особливості використання гінґо білоба в ландшафтному дизайні України : матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції, м. Суми, 16–20 листопада 2020 р. С. 85. URL: https://ur.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/01/2020_11.pdf (дата звернення: 12.12.2022).
8. Bannister P., Neuner G. Frost resistance and the distribution of conifers. P. 3–22. *Conifer cold hardiness* / F.J. Bigras and S.J. Colombo (eds.). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2001. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-015-9650-3_2.
9. Іванюк І.В., Завадська М.О. Вплив стимуляторів росту на схожість насіння та укорінення живців гінґо дволопатевого (*Ginkgo biloba* L.). *Лісівництво та декоративне садівництво*. 2013. Вип. 187 (2). С. 147–152. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2013_187_2_25 (дата звернення: 24.10.2023).
10. Gifford E.M., Larson S. Developmental features of the spermatogenous cell in Ginkgo biloba. *Amer. J. Bot.* 1980. Vol. 67. № 1. P. 119–124. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1980.tb07630.x>.

11. Остудімов А.О., Гузь М.М. Вирощування садивного матеріалу гінкго дволопатевого насінним шляхом : практичні рекомендації. Львів : РВВ НЛТУ України, 2011. 43 с.
12. Лісові культури : підручник / М.І. Гордієнко та ін. Львів : Камула, 2005. 608 с.
13. Донець Н.В., Приплавко С.О. Особливості проростання насіння *Ginkgo biloba* L. у ненасінний рік за дії метаболічно активних речовин. // *Всеукраїнські науково-практичні читання пам'яті професора І.І. Гордієнка* : збірник статей. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2022. С. 22–25.
14. Федько Р.М. Способи стимулювання розвитку *Ginkgo biloba* L. на початкових етапах онтогенезу. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень* : матеріали V Міжнародної наукової конференції, Березоточа, 2 квітня 2021 р. / ДСЛР ІАП НААН. Лубни : ВКФ «Інтер Парк», 2021. С. 89–91.
15. Стимпо. URL: <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/stimpo> (дата звернення: 21.10.2023).
16. Методичні рекомендації з розмноження деревних декоративних рослин Ботанічного саду НУБіП України / уклад. : О.В. Колесніченко та ін. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2008. 55 с.
17. Методичні рекомендації з розмноження деревних та кущових рослин. Ч. 1 : Голонасінні / за ред. М.А. Кохна, С.І. Кузнецова. Київ, 1998. 48 с.
18. Miret J.A., Munné-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Ann N Y Acad Sci.* 2015. Vol. 1340 (1). P. 29–38. <https://doi.org/10.1111/nyas.12639>
19. Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на окремі фізіологічні показники сої сорту Аннушка та її продуктивність / А.Г. Козючко та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія «Біологія». 2020. Вип. № № 1–2 (79). С. 84–90.
20. Вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин на морфометричні показники озимого жита в умовах півдня Полісся України / А.О. Куриленко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Вип. 4. С. 25–32.

REFERENCES

1. The Ginkgo pages. Retrieved from <https://kwanten.home.xs4all.nl/usage.htm#leaves>.
2. OstudImov, A.O., & Guz, M.M. (2010). Osoblivosti nasInnogo rozmnozheniya GInkgo dvolopatevogo. [Features of seed reproduction of *Ginkgo bicolor*.] *Naukoviy vIsnik NLTU UkraYini – Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. Vol. 20.11, 8–16 [in Ukrainian].
3. Mustoe, G.E. (2002). Eocene *Ginkgo* leaf fossils from the Pacific Northwest. *Canadian Journal of Botany*, 80 (10), 1078–1087.
4. Rui Guan, Yunpeng Zhao, He Zhang et al. (2016). Draft genome of the living fossil *Ginkgo biloba*. *GigaScience*. 5 (1), 5–49.
5. Kucheriava, L.F., Voitiuk, Yu.O., & Nechytailo, V.A. (1997). *Systematyka vyshchychk roslyn. 1. Arkhehoniaty*. [Systematics of higher plants. 1. Archegoniata]. Kyiv : Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
6. Bilanych, M.M. (2022). Ginkho dvolopateve yak ekzot Zakarpatskoi oblasti. [Ginkgo biloba as an exotic of the Transcarpathian region]. *Naukovyi zbirnyk Komunalnoho zakladu "Zakarpatskyi oblasnyi kraieznavchyi muzei im. T. Lehotskoho" Zakarpatskoi oblasnoi rady – "Transcarpathian Regional Museum of Local Lore named after T. Lehotskyi" of the Transcarpathian Regional Council*. Vol. 21, 122–136 [in Ukrainian].
7. Fomenko, V.V. (2020). Osoblyvosti vykorystannia hinkho biloba v landshaftnomu dyzaini Ukrainy. [Peculiarities of the use of *ginkgo biloba* in the landscape design of Ukraine]: *materialy Vseukr. stud. nauk. konf. (16–20 lystopada 2020 r. m. Sumy)* p. 82. Retrieved from https://ur.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/01/2020_11.pdf [in Ukrainian].

8. Bannister, P. & Neuner G. (2001). Frost resistance and the distribution of conifers. P. 3–22 in F.J. Bigras and S.J. Colombo (eds.), *Conifer cold hardiness*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-94-015-9650-3_2.
9. Ivaniuk, I.V. & Zavadzka, M.O. (2013). Vplyv stymulatoriv rostu na skhozhist nasinnia ta ukorinennia zhyvtsiv hinkho dvolopatevoho (Ginkgo biloba L.) [Effect of growth stimulants on seed germination and rooting of ginkgo cuttings (Ginkgo biloba L.)]. *Lisivnytsvota dekoratyvne sadivnytsvto—Forestry and ornamental horticulture*. 187 (2), 147–152. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2013_187_2_25 [in Ukrainian].
10. Gifford, E.M. & Larson, S. (1980). Developmental features of the spermatogenous cell in Ginkgo biloba. *Amer. J. Bot.* 67 (1), 119–124. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1980.tb07630.x>.
11. Ostudimov, A.O. & Huz, M.M. (2011). Vyroshchuvannia sadyvnoho materialu hinkho dvolopatevoho nasynnym shliakhom [Cultivation of Ginkgo planting material by the seed method]: Lviv: RVV NLTU Ukrainy [in Ukrainian].
12. Hordiienko, M.I., Huz, M.M., Debryniuk, Yu.M., & Maurer V.M. (2005). *Lisovi kultury* [Lisovi culture]. Lviv: Kamula [in Ukrainian].
13. Donets, N.V. & Pryplavko, S.O. (2022). Osoblyvosti prorostannia nasinnia Ginkgo biloba L. u ne nasynnyi rik za dii metabolichno aktyvnykh rehovyn [Peculiarities of the germination of Ginkgo biloba L. seeds in a non-seed year under the action of metabolically active substances]. *II Vseukrainski naukovo-praktychni chytannia pamiati profesora I.I. Hordiiienka*. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia [in Ukrainian].
14. Fedko, R.M. (2021). Sposoby stymuliuвання rozvytku Ginkgo biloba L. na pochatkovykh etapakh ontogenezu. Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen [Methods of stimulating the development of Ginkgo biloba L. at the initial stages of ontogenesis. Medicinal plants: traditions and perspectives of research] *materialy V Mizhnar. nauk. konf. (Berezotocha, 2 kvitnia 2021, P. 89–91)*. Lubny : VKF “Inter Park” [in Ukrainian].
15. Stympo [Stimpo]. Retrieved from <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/stimpo>.
16. Kolesnichenko, O.V., Sliusar, S.I., & Yakobchuk, O.M. (Eds). (2008). *Metodychni rekomendatsii z rozmnozhenia derevnykh dekoratyvnykh roslyn Botanichnoho sadu NUBiP Ukrainy* [Methodical recommendations for the propagation of woody ornamental plants of the Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
17. Kokhna, M.A. & Kuznetsova, S.I. (Eds). (1998). *Metodychni rekomendatsii z rozmnozhenia derevnykh ta kushchovykh roslyn. 1: Holonasinni* [Methodical recommendations for propagation of tree and shrub plants Part 1: Gymnosperms]. Kyiv [in Ukrainian].
18. Miret, J.A., Munné-Bosch, S. (2015). Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Ann N Y Acad Sci*. Vol. 1340 (1), 29–38. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/nyas.12639>.
19. Koziuchko, A.H., Havii, V.M., & Kuchmenko, O.B. (2020). Vplyv przedposivnoi obrobky nasinnia metabolichno aktyvnymy rehovynamy na okremi fiziologichni pokaznyky soi sortu Annushka ta yii produktyvnist [Influence of preseed treatment of seed metabolically by active substances on the separate physiology indexes of soy of sort Annushka and her productivity]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. “Biolohiia” – Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk. Ser. “Biology”*. Ternopil: TNPU im. V. Hnatiuka, 1–2 (79), 84–90 [in Ukrainian].
20. Kurylenko, A.O., Kurylenko, O.V., Kuchmenko, O.B. & Havii, V.M. (2021). Vplyv przedposivnoi obrobky nasinnia kompo-zytsiiamy metabolichno aktyvnykh rehovyn na morfometrychni pokaznyky ozymoho zhyta v umovakh pivdnia Polissia Ukrainy [Influence of preseed treatment of seed of компо-зиціями metabolically active substances on the mor-

phometric indexes of winter-annual rye in the conditions of south of Polesye of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya "Ahronomiia i biolohiia"* – *Announcer of the Sumy national agrarian university. Series are "Agronomics and biology"*. 4, 25–32 [in Ukrainian].

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF METABOLIC ACTIVE SUBSTANCES ON THE PROCESS OF SEED SIMILARITY AND GROWTH OF *GINKGO BILOBA* L. SEEDLINGS IN THE NON-SEED YEAR

Despite the fact that *Ginkgo biloba* L. is a relic, this plant is promising for the greening of settlements in Ukraine, as it is resistant to pollutants of various origins. The research material was *Ginkgo biloba* seedlings and metabolically active substances, namely: kudesan (ubiquinone-10) (0,001%), vitamin E (10^{-8} M), paraoxybenzoic acid (POBA) (0,001%), methionine (0,001%), magnesium sulfate ($MgSO_4$) (0,001%) and their combinations: vitamin E (10^{-8} M) + kudesan (ubiquinone-10) (0,001%); vitamin E (10^{-8} M) + paraoxybenzoic acid (0,001%) + methionine (0,001%); vitamin E (10^{-8} M) + paraoxybenzoic acid (0,001%) + methionine (0,001%) + $MgSO_4$ (0,001%). The seeds were treated with the studied substances before sowing. During the study of the effect of drugs on seed germination, it was established that 2022 was not a seed year for ginkgo plants. Metabolically active substances, as well as their combinations, effectively affect the germination rate of fertile seeds, even if the year of its formation was unfavorable. The most stimulating effect on seed germination was observed in variants with pre-treatment of seeds with vitamin E and combinations based on vitamin E + POBA + methionine and vitamin E + kudesan (ubiquinone-10), which exceeded the control value by 180, 160 and 120%, respectively. $MgSO_4$ also had a positive effect, which contributed to an increase in the seed germination rate by 100% compared to the control.

The growth of the aerial part of the formed seedlings was best affected by the combination of compounds from vitamin E + POBA + methionine + $MgSO_4$, which was 4% higher than the control value in terms of stem height and 30% in terms of the average number of leaves. Kudesan (ubiquinone-10) and multicomponent combinations based on vitamin E + POBA + methionine and vitamin E + POBA + methionine + $MgSO_4$ had the best effect on the growth of the underground part. The use of these substances helped to increase the linear length of the main root and the number of lateral roots.

Thus, the use of metabolically active substances and their combinations for pre-treatment of seeds before sowing is a reasonable measure to obtain more planting material of *Ginkgo biloba* plants in non-seed years.

Key words: *Ginkgo biloba* L., relict, seeds, metabolically active substances, germination, non-seed year.